

#5  
8/5/02  
Chabbs

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: H. Adachi et al. : Art Unit:  
Serial No.: To Be Assigned : Examiner:  
Filed: Herewith :  
For: TRANSMITTING CIRCUIT :  
APPARATUS

J1002 U.S. PTO  
10/081708  
02/21/02

## CLAIM TO RIGHT OF PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

S I R :

Pursuant to 35 U.S.C. 119, Applicant's claim to the benefit of filing of prior Japanese Patent Application No. 2001-047447, filed February 22, 2001, as stated in the inventor's Declaration, is hereby confirmed.

A certified copy of the above-referenced application is enclosed.

Respectfully submitted,

  
Allan Ratner, Reg. No. 19,717  
Attorney for Applicants

AR/ap

Enclosures: Certified Copy of Japanese Application  
Dated: February 21, 2002

Suite 301  
One Westlakes, Berwyn  
P.O. Box 980  
Valley Forge, PA 19482-0980  
(610) 407-0700

The Assistant Commissioner for Patents is  
hereby authorized to charge payment to  
Deposit Account No. 18-0350 of any fees  
associated with this communication.

EXPRESS MAIL

Mailing Label Number:

EL854575945US

Date of Deposit:

February 21, 2002

I hereby certify that this paper and fee are being deposited, under 37 C.F.R. § 1.10 and with sufficient postage, using the "Express Mail Post Office to Addressee" service of the United States Postal Service on the date indicated above and that the deposit is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

  
Kathleen Libby

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#5  
8/5/02  
JPO

11002 U.S. PTO

10/081708



02/21/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月22日

出願番号

Application Number:

特願2001-047447

出願人

Applicant(s):

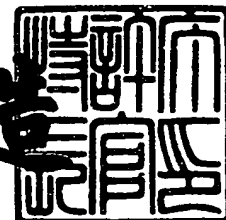
松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年12月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3107987

【書類名】 特許願

【整理番号】 2022020339

【提出日】 平成13年 2月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 27/20

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 足立 寿史

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 飯田 正憲

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 朝倉 宏之

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092794

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 正道

【電話番号】 06-6397-2840

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009896

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006027

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 送信回路装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 離散的な値をとる周波数変調データで搬送波を周波数変調して周波数変調された搬送波を出力する周波数変調器と、

離散的な値をとる振幅変調データをシグマデルタ変調するシグマデルタ変調器と、

前記周波数変調された搬送波を前記シグマデルタ変調器の出力信号で振幅変調して出力する振幅変調器とを備えた送信回路装置。

【請求項 2】 前記振幅変調データは、多値の離散的な値をとるものであり、前記シグマデルタ変調器は、前記振幅変調データを 2 値の離散的な値をとる振幅データに変調する請求項 1 記載の送信回路装置。

【請求項 3】 前記シグマデルタ変調器は、少なくとも 2 次以上のシグマデルタ変調器である請求項 1 または 2 に記載の送信回路装置。

【請求項 4】 前記振幅変調器の出力信号の送信周波数帯域外の不要信号を低減して出力する帯域通過フィルタを備えた請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 5】 前記振幅変調器は、電力増幅器を有し、前記シグマデルタ変調器の出力信号に基づいて前記電力増幅器の電源を制御することによって、振幅変調する請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 6】 前記振幅変調器の出力に B 級または C 級の電力増幅器を備えた請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 7】 前記周波数変調器は、少なくとも可変分周器を含む位相同期発振器と第 2 のシグマデルタ変調器とを有し、

前記第 2 のシグマデルタ変調器は、前記周波数変調データと搬送波周波数データとを加算したデータを 2 次以上のシグマデルタ変調した値を前記可変分周器の分周数として出力し、

前記位相同期発振器から前記周波数変調された搬送波が出力される請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 8】 前記周波数変調器は、位相比較器とループフィルタと電圧制御発振器とミキサと I F 変調器とを有し、

前記 I F 変調器は、前記周波数変調データで周波数変調された中間周波数の変調波信号を出力し、

前記ミキサは、前記電圧制御発振器の出力信号を、チャネル選択信号によって中間周波数に周波数変換し、

前記位相比較器は、その周波数変換された信号を前期中間周波数の変調波信号と位相比較し、

前記ループフィルタは、その位相比較された信号から不要な信号を低減し、

前記電圧制御発振器は、その発信周波数が前記不要な信号が低減された信号によって制御されることによって、前記周波数変調された搬送波を出力する請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 9】 前記周波数変調された搬送波を電気信号から光信号に変換する第 1 の E / O 変換器と、

前記第 1 の E / O 変換器と光ファイバで接続され、前記第 1 の E / O 変換器で変換された光信号を電気信号に変換する第 1 の O / E 変換器と、

前記シグマデルタ変調器の出力信号を前記第 1 の E / O 変換器の出力と波長が異なる光信号に変換する第 2 の E / O 変換器と、

前記第 2 の E / O 変換器と前記光ファイバで接続され、前記第 2 の E / O 変換器で変換された光信号を電気信号に変換する第 2 の O / E 変換器とを有し、

前記第 2 の E / O 変換器の出力信号は、前記第 1 の E / O 変換器の出力信号と合成されて、前記光ファイバを伝送した後に分波されて前記第 2 の O / E 変換器で光信号から電気信号に変換され、

前記振幅変調器は、前記第 1 の O / E 変換器の出力信号を前記第 2 の O / E 変換器の出力信号で振幅変調する請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 1 0】 前記周波数変調器で前記周波数変調された搬送波と、前記シグマデルタ変調器の出力信号である離散的な値をとる振幅データとが合成された信号を電気信号から光信号に変換する E / O 変換器と、

前記 E / O 変換器に光ファイバで接続され、その変換された信号を光信号から

電気信号に変換する O / E 変換器とを有し、

前記 O / E 変換器によって変換された信号は、フィルタによって前記周波数変調された搬送波と前記振幅データとに分離され、

前記振幅変調器は、分離された前記周波数変調された搬送波を分離された前記振幅データで振幅変調する請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 1 1】 前記シグマデルタ変調器は、前記振幅変調データを  $n$  次積分する  $n$  次積分器と、

前記  $n$  次積分された信号をデジタル値に量子化する量子化器と、

前記量子化された値を前記シグマデルタ変調器の入力値にフィードバックするフィードバック回路とを有し、

前記量子化されたデジタル値は前記シグマデルタ変調器の出力となり、

前記フィードバックされた値は、前記シグマデルタ変調器の入力値に加算されて前記  $n$  次積分器に入力される請求項 1 ～ 1 0 のいずれかに記載の送信回路装置。

【請求項 1 2】 前記シグマデルタ変調器は、多段に接続された複数の低次シグマデルタ変調器を有し、

前期複数の低次シグマデルタ変調器の出力はそれぞれ前段までの次数  $m$  に対して  $Z$  変換で  $(1-z^{-1})^m$  で示される構成を含む微分器に接続して合成される請求項 1 ～ 1 1 のいずれかに記載の送信回路装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は無線通信等で用いられる送信回路装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

QPSK 等の変調方式を用いるデジタル無線通信で用いられる送信回路装置では、変調器として直交変調器を用いるのが一般的である。図 1 1 に従来の送信回路装置の基本構成を示す。403 は直交変調器、404 は帯域通過フィルタ、405 は IQ 信号発生器、406 は局部発振器、407 は移相器、408、409 はミキサ、410 は合成器、411

は電力増幅器である。

【 0 0 0 3 】

I Q 信号発生器 4 0 5 は、デジタルデータを入力し、2 系統に分割してそれぞれの系統から、アナログ信号であるベースバンド I 信号及びベースバンド Q 信号を発生して出力し、それぞれ、直交変調器 403 に入力する。

【 0 0 0 4 】

直交変調器 403 は、移相器 407、ミキサ 408、ミキサ 409、合成器 410 から構成される。

【 0 0 0 5 】

局部発振器 406 は、搬送波周波数の正弦波信号を出力し、出力された搬送波周波数の制限信号は、移相器 407 で互いに位相が 90 度異なる 2 つの信号に分配され、ミキサ 408 及びミキサ 409 に入力する。

【 0 0 0 6 】

ミキサ 408 及びミキサ 409 は、それぞれベースバンド I 信号及び Q 信号によって互いに移相が 90 度異なる搬送波周波数の信号を振幅変調し、合成器 410 で合成されて直交変調器 403 の出力となる。

【 0 0 0 7 】

直交変調器 403 の出力は、電力増幅器 411 で増幅され、帯域通過フィルタで不要な周波数成分を低減されて出力される。

【 0 0 0 8 】

また、従来の別の例として、移動体通信等で使われる光基地局に用いる送信回路装置の例を図 1 2 に示す。

【 0 0 0 9 】

光基地局は、親局の電波が届かない地下街などで無線端末を使えるようにするため、基地局の制御機能をすべて有する親局と無線信号に対するフロントエンドとなる子局を光ファイバで接続した構成である。図 1 2 は基本的には図 1 1 の構成で、直交変調器 403 と電力増幅器 411 の間を光ファイバで接続した構成であるので、同一の個所には同一の番号を付して詳細な説明は省略する。

【 0 0 1 0 】



図 1 2 において、421は親局、422は子局、423はE/O変換器、424はO/E変換器、420はアンテナである。

【 0 0 1 1 】

親局421では直交変調器421の出力をレーザダイオードからなるE/O変換器423で、電気信号から光信号に変換し、光ファイバ425を通して子局422に伝送する。

【 0 0 1 2 】

子局422はフォトダイオードからなるO/E変換器424で受信した光信号を電気信号に変換し、電力増幅器 4 1 1 で増幅し、帯域通過フィルタ404で不要周波数成分を除去してアンテナ420から送信する。

【 0 0 1 3 】

【発明が解決しようとする課題】

この従来の送信回路装置では、直交変調器403の入力はアナログ信号であるので、ミキサ408、409が歪まない必要がある。そのため、直交変調器403の出力レベルを十分に大きくすることが難しい。

【 0 0 1 4 】

また、直交変調器 4 0 3 の出力レベルを十分大きくすることが出来ないので、直交変調器 4 0 3 の出力を電力増幅器411で増幅する必要があるが、電力増幅器411も歪みの少ない線形領域で動作させる必要があるため、飽和レベルに対して十分に小さなレベルで動作する必要がある。そのため、電力増幅器411の消費電力が大きく、送信回路装置全体の消費電力を小さくできなかった。

【 0 0 1 5 】

また、別の従来例である光基地局の送信回路装置である図12の構成では、電力増幅器411の消費電力が大きいのに加え、E/O変換器423、光ファイバ425、O/E変換器422についても線形性が要求される。そのため、子局の構成は単純であるが、線形性の確保が厳しくなり、消費電力が大きくなってしまう。

【 0 0 1 6 】

すなわち、従来の装置回路装置では、消費電力を小さくすることが出来ないという課題がある。

【 0 0 1 7 】

本発明は、上記課題を考慮し、線形性がよく、送信出力電力効率がよく、消費電力の小さな送信回路装置を提供することを目的とする。

【0018】

【発明を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、第1の本発明（請求項1に対応）は、離散的な値をとる周波数変調データで搬送波を周波数変調して周波数変調された搬送波を出力する周波数変調器と、

離散的な値をとる振幅変調データをシグマデルタ変調するシグマデルタ変調器と、

前記周波数変調された搬送波を前記シグマデルタ変調器の出力信号で振幅変調して出力する振幅変調器とを備えた送信回路装置である。

【0019】

また、第2の本発明（請求項2に対応）は、前記振幅変調データは、多値の離散的な値をとるものであり、

前記シグマデルタ変調器は、前記振幅変調データを2値の離散的な値をとる振幅データに変調する第1の本発明に記載の送信回路装置である。

【0020】

また、第3の本発明（請求項3に対応）は、前記シグマデルタ変調器は、少なくとも2次以上のシグマデルタ変調器である第1または2の本発明に記載の送信回路装置である。

【0021】

また、第4の本発明（請求項4に対応）は、前記振幅変調器の出力信号の送信周波数帯域外の不要信号を低減して出力する帯域通過フィルタを備えた第1～3の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

【0022】

また、第5の本発明（請求項5に対応）は、前記振幅変調器は、電力増幅器を有し、前記シグマデルタ変調器の出力信号に基づいて前記電力増幅器の電源を制御することによって、振幅変調する第1～4の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

【 0 0 2 3 】

また、第 6 の本発明（請求項 6 に対応）は、前記振幅変調器の出力に B 級または C 級の電力増幅器を備えた第 1 ～ 5 の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

【 0 0 2 4 】

また、第 7 の本発明（請求項 7 に対応）は、前記周波数変調器は、少なくとも可変分周器を含む位相同期発振器と第 2 のシグマデルタ変調器とを有し、

前記第 2 のシグマデルタ変調器は、前記周波数変調データと搬送波周波数データとを加算したデータを 2 次以上のシグマデルタ変調した値を前記可変分周器の分周数として出力し、

前記位相同期発振器から前記周波数変調された搬送波が出力される第 1 ～ 6 の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

【 0 0 2 5 】

また、第 8 の本発明（請求項 8 に対応）は、前記周波数変調器は、位相比較器とループフィルタと電圧制御発振器とミキサと I F 変調器とを有し、

前記 I F 変調器は、前記周波数変調データで周波数変調された中間周波数の変調波信号を出力し、

前記ミキサは、前記電圧制御発振器の出力信号を、チャネル選択信号によって中間周波数に周波数変換し、

前記位相比較器は、その周波数変換された信号を前期中間周波数の変調波信号と位相比較し、

前記ループフィルタは、その位相比較された信号から不要な信号を低減し、

前記電圧制御発振器は、その発信周波数が前記不要な信号が低減された信号によって制御されることによって、前記周波数変調された搬送波を出力する第 1 ～ 7 の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

【 0 0 2 6 】

また、第 9 の本発明（請求項 9 に対応）は、前記周波数変調された搬送波を電気信号から光信号に変換する第 1 の E / O 変換器と、

前記第 1 の E / O 変換器と光ファイバで接続され、前記第 1 の E / O 変換器で、

変換された光信号を電気信号に変換する第 1 の O / E 変換器と、

前記シグマデルタ変調器の出力信号を前記第 1 の E / O 変換器の出力と波長が異なる光信号に変換する第 2 の E / O 変換器と、

前記第 2 の E / O 変換器と前記光ファイバで接続され、前記第 2 の E / O 変換器で変換された光信号を電気信号に変換する第 2 の O / E 変換器とを有し、

前記第 2 の E / O 変換器の出力信号は、前記第 1 の E / O 変換器の出力信号と合成されて、前記光ファイバを伝送した後に分波されて前記第 2 の O / E 変換器で光信号から電気信号に変換され、

前記振幅変調器は、前記第 1 の O / E 変換器の出力信号を前記第 2 の O / E 変換器の出力信号で振幅変調する第 1 ～ 8 の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

#### 【 0 0 2 7 】

また、第 1 0 の本発明（請求項 1 0 に対応）は、前記周波数変調器で前記周波数変調された搬送波と、前記シグマデルタ変調器の出力信号である離散的な値をとる振幅データとが合成された信号を電気信号から光信号に変換する E / O 変換器と、

前記 E / O 変換器に光ファイバで接続され、その変換された信号を光信号から電気信号に変換する O / E 変換器とを有し、

前記 O / E 変換器によって変換された信号は、フィルタによって前記周波数変調された搬送波と前記振幅データとに分離され、

前記振幅変調器は、分離された前記周波数変調された搬送波を分離された前記振幅データで振幅変調する第 1 ～ 8 の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

#### 【 0 0 2 8 】

また、第 1 1 の本発明（請求項 1 1 に対応）は、前記シグマデルタ変調器は、前記振幅変調データを  $n$  次積分する  $n$  次積分器と、

前記  $n$  次積分された信号をデジタル値に量子化する量子化器と、

前記量子化された値を前記シグマデルタ変調器の入力値にフィードバックするフィードバック回路とを有し、

前記量子化されたデジタル値は前記シグマデルタ変調器の出力となり、

前記フィードバックされた値は、前記シグマデルタ変調器の入力値に加算されて前記  $n$  次積分器に入力される第 1 ～ 1 0 の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

【 0 0 2 9 】

また、第 1 2 の本発明（請求項 1 2 に対応）は、前記シグマデルタ変調器は、多段に接続された複数の低次シグマデルタ変調器を有し、

前期複数の低次シグマデルタ変調器の出力はそれぞれ前段までの次数  $m$  に対して  $Z$  変換で  $(1-z^{-1})^m$  で示される構成を含む微分器に接続して合成される第 1 ～ 1 1 の本発明のいずれかに記載の送信回路装置である。

【 0 0 3 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図 1 から図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 3 1 】

（実施の形態 1）

図 1 に本発明の実施の形態 1 の送信回路装置の構成を示す。図 1 において、1 は周波数変調器、2 は振幅変調器、3 はシグマデルタ変調器、4 は帯域通過フィルタ、5 はデータ発生器である。

【 0 0 3 2 】

データ発生器 5 は、入力されてくるデジタル信号を 2 系統に分割することにより、デジタル信号であるすなわち離散的な値をとる周波数変調データとデジタル信号であるすなわち離散的な値をとる振幅変調データとから構成されるベクトル変調データを出力する手段である。

【 0 0 3 3 】

周波数変調器 1 は、周波数変調データで搬送波周波数の信号を周波数変調する手段である。

【 0 0 3 4 】

シグマデルタ変調器 3 は、高次のシグマデルタ変調器であり、振幅変調データをシグマデルタ変調し、振幅変調データよりもビット数の小さなデジタル振幅デ

ータを出力する手段である。

【 0 0 3 5 】

振幅変調器 2 は、シグマデルタ変調器 3 から出力されたデジタル振幅データで周波数変調器 1 の出力信号を振幅変調する手段である。

【 0 0 3 6 】

帯域通過フィルタ 4 は、振幅変調器 2 の出力から不要な周波数成分を低減する手段である。

【 0 0 3 7 】

次に、このような本実施の形態の動作を説明する。

【 0 0 3 8 】

データ発生器 5 は、入力されてくるデジタル信号を 2 系統に分割することにより、ベクトル変調データを発生させる。すなわち、ベクトル変調データとしてデジタル信号である周波数変調データとデジタル信号である振幅変調データとを発生させて、これらを出力する。

【 0 0 3 9 】

周波数変調器 1 は、データ発生器 5 から出力されてきた周波数変調データで搬送波周波数の信号を周波数変調する。

【 0 0 4 0 】

シグマデルタ変調器 3 は、高次のシグマデルタ変調器であり、振幅変調データをシグマデルタ変調し、振幅変調データよりもビット数の小さなデジタル振幅データを出力する。

【 0 0 4 1 】

振幅変調器 2 はデジタル振幅データで周波数変調器 1 の出力信号を振幅変調する。

【 0 0 4 2 】

振幅変調器 2 の出力は帯域通過フィルタで不要な周波数成分を低減されて出力される。

【 0 0 4 3 】

このような周波数変調器 1 の出力は周波数変調された信号であるため、定包絡

線の信号である。振幅変調器 2 はデジタル振幅データの値によって振幅変調を行うが、デジタル振幅データのビット数が小さいため、データの数値に比例した数種類の出力レベルのみを出力すればよい。そのため、線形性の低い振幅変調器を用いても容易にレベルの更正を行える。

## 【 0 0 4 4 】

特に、シグマデルタ変調器 3 が出力を 1 ビットとする構成である場合は、振幅変調器は単にスイッチとして動作すればよく、振幅変調器 2 を飽和に近い状態で使用することが可能となり、高効率化が可能となる。また、アナログ特性に異存する構成要素が少なく、歪みの大きな素子を用いても線形性のよい特性を得ることが可能となる。

## 【 0 0 4 5 】

図 2 (a) に、振幅変調器 2 の構成例を示す。電源制御器 22 は 2 値のデジタル振幅データで制御され、増幅器 21 の供給電圧をステップ的に変化させ、デジタル振幅データの各レベルに対して出力信号の平均振幅を比例させる。出力振幅は数種のレベルのみ規定されればよい。増幅器 21 は正弦波である搬送波を増幅するだけであるので、基本的に高調波以外の歪が発生しない。そのため、増幅器 21 を飽和に近い動作条件で用いても、送信出力の近傍に発生する歪が小さい。また、OFF 時は電流がほとんど流れないため、高効率化が可能である。

## 【 0 0 4 6 】

図 2 (b) は振幅変調器 2 の別の構成例を示す。振幅変調器 23 はデジタル振幅データで制御される。搬送波は振幅変調器 23 でステップ的に制御され、増幅器 21 に入力して増幅される。増幅器 23 は B 級あるいは C 級動作に近いバイアス条件で動作させることで、入力が OFF 状態での消費電力を小さくすることができる。

## 【 0 0 4 7 】

図 2 (c) は図 2 (b) の振幅変調器 23 と増幅器 21 の位置を入れ替えた構成例を示す。増幅器 23 は最大出力時に飽和に近い条件で動作して搬送波を増幅するため、消費電流が少なく、増幅器自体の電源が変動しないため、安定な動作が可能である。

## 【 0 0 4 8 】

図 2 (d)は振幅変調器 2 の別の構成例を示す。増幅器 24 はデュアルゲート FET 25 を用いた増幅器である。搬送波は第 1 ゲートに入力し、増幅されて出力される。デジタル振幅データは第 2 ゲートに入力し、増幅器 25 の出力レベルをステップ的に制御する。デュアルゲート FET を用いることで、高速な制御特性と高利得の増幅特性が容易に得られる。

## 【 0 0 4 9 】

以上の図 2 (a)、(b)、(d)において、デジタル振幅データが 2 値の場合は増幅器は単純な ON/OFF 動作をするため、消費電力を大きく改善できる。また、図 2 (b)、(c)において、振幅変調器 23 に RF スイッチを用いることができ、構成が簡単になる。また、図 2 (a)～(d)において、増幅器を送信回路装置全体の最終増幅段とすることで、装置全体として高効率化が実現できる。

## 【 0 0 5 0 】

図 3 (a)、(b)に、周波数変調器 1 の構成例を示す。図 3 (a)において、31 は電圧制御発振器、32 は可変分周器、33 は位相比較器、34 はループフィルタ、35 はシグマデルタ変調器である。シグマデルタ変調器 35 は基本的には図 1 のシグマデルタ変調器 3 と同様の構成であってよい。

## 【 0 0 5 1 】

電圧制御発振器 31 の出力は可変分周器 32 で分周され、位相比較器 33 で基準信号と位相比較され、ループフィルタ 34 を通って電圧制御発振器 31 の出力周波数を制御する。シグマデルタ変調器 35 は周波数変調データと周波数チャネルデータを加算したデータをシグマデルタ変調し、可変分周器 32 の分周数として出力する。シグマデルタ変調器 35 は基準信号と同じ周波数で動作する。ループフィルタ 34 の通過帯域幅は周波数変調データの周波数帯域幅よりも大きく、基準信号の周波数よりも十分に小さい。そのため、電圧制御発振器 31 の出力には周波数変調データに従った周波数変調が加えられ、シグマデルタ変調器 35 によって発生する不要な高い周波数成分はループフィルタ 34 で低減される。この構成によれば、電圧制御発振器 31 の制御電圧に対する出力周波数の変化が線形でない場合でも、位相同期ループは周波数変調データに追従して動作するため、精度のよい周波数変調出力を得ることができる。



## 【 0 0 5 2 】

なお、本実施の形態の位相比較器 3 3、ループフィルタ 3 4、電圧制御発信器 3 1、可変分周器 3 2 は本発明の位相同期発信器の例であり、本実施の形態のシグマデルタ変調器 3 5 は本発明の第 2 のシグマデルタ変調器の例である。

## 【 0 0 5 3 】

図 3 (b) は周波数変調器 1 の別の構成例を示す。36 はミキサ、37 は局部発振器、38 は IF 変調器である。

## 【 0 0 5 4 】

局部発振器 37 は所望のチャネル周波数に応じたチャネル選択信号を出力する。I F 変調器 38 は周波数変調データで変調された IF 周波数の変調信号を発生する。電圧制御発振器 31 の出力はミキサ 36 でチャネル選択信号によって IF 周波数に周波数変換され、位相比較器 33 で IF 変調器 38 の出力信号と位相比較され、ループフィルタ 34 を通って電圧制御発振器 31 の出力周波数を制御する。

## 【 0 0 5 5 】

この構成によれば、周波数変調帯域外の雑音は、ループフィルタ 34 で低減できるので、IF 変調器 38 として一般的な IF 周波数帯の直交変調器を用いても、周波数変換による雑音特性の劣化を防ぐことができる。

## 【 0 0 5 6 】

図 4 に、図 1 のシグマデルタ変調器 3 の構成例を示す。図 4 において、41 は 2 次積分器、42 は量子化器、43 はフィードバック回路、47 は乗算器、48 は加算器である。

## 【 0 0 5 7 】

量子化器 42 は 2 次積分器 41 の出力を量子化単位  $L$  で量子化して出力する。量子化された出力値はフィードバック回路 43 を通って乗算器 47 で量子化単位  $L$  を乗算され、加算器 48 で入力値と加算され、2 次積分器 41 に入力し、2 次積分されて出力される。

## 【 0 0 5 8 】

2 次積分器 41 を  $z$  変換で  $A(z)$  とすると、 $A(z) = z^{-1} / (1 - z^{-1})^2$  である。また、フィードバック回路 43 を  $z$  変換で  $B(z)$  とすると、 $B(z) = [(1 - z^{-1})^2 - 1] / z^{-1}$  である。ここ

で、 $z^{-1}$ は1クロック遅延素子を意味し、Dフリップフロップで実現できる。量子化器42は入力値を量子化単位Lで除算し、余りが負にならないように商の整数部を出力する。例えば、 $L=1$ の場合、3.1, 1.1, 0.3, -0.2, -2.2に対してそれぞれ3, 1, 0, -1, -3を出力する。除算は量子化単位L以上の桁のみを出力することで実現でき、乗算器47での量子化単位Lの乗算と加算器48での加算は単純に上位ビットとしてフィードバック回路43の出力を入力値の上位ビットとすることで実現できる。

【0059】

図4(b)は2次積分器41の構成例を示す。加算器51と遅延回路52は1次積分器を構成する。入力値X1は加算器51で遅延回路52の出力を加算され、加算器51の出力は遅延回路52に入力する。この1次積分器は $z$ 変換で $1/(1-z^{-1})$ で表される。同様に、加算器53と遅延回路54は1次積分器を構成する。加算器51の出力は加算器23に入力して遅延回路54の出力を加算され、加算器53の出力は遅延回路54に入力する。遅延回路54の出力は2次積分器の出力値X2となる。遅延回路52及び54は入力値を1クロック遅延させて出力する。2次積分器の出力に遅延回路54の出力を用いているため、2次積分器全体の回路は $z$ 変換で $z^{-1}/(1-z^{-1})^2$ となる。

【0060】

ここで、図4(a)の入力値をF、出力をYとすると、図4(a)の構成は、 $Y=F/L \cdot z^{-1} + (1-z^{-1})^2 Q$ で示される。これは2次のシグマデルタ変調器として動作することを意味する。なお、 $A(z)=1/(1-z^{-1})^2$ 、 $B(z)=[(1-z^{-1})^2-1]$ となるような構成の場合は、 $Y=F/L + (1-z^{-1})^2 Q$ となって、出力が1クロックずれるだけで同様のシグマデルタ変調器として動作する。

【0061】

一方、 $|1-z^{-1}|$ に対する周波数特性は、 $|2\sin(\pi f/f_s)|$ で示される。ここで、 $f_s$ はクロックの周波数である。図4の構成では量子化雑音Qに $|2\sin(\pi f/f_s)|^2$ の周波数特性が乗算されることになる。

【0062】

なお、ここでは量子化器が入力値を量子化単位Lで除算する場合を説明したが、入力値が0以上の場合は+1、負の場合は-1とする動作とすれば、出力として2値の出力を得ることができる。

## 【 0 0 6 3 】

図 5 に、2 次シグマデルタ変調器の別の構成例を示す。図 5 において、141、142、144、145は加算器、143、146、148は遅延回路、149は乗算器、147は量子化器である。

## 【 0 0 6 4 】

量子化器147は加算器145の出力を量子化単位Lで量子化して出力する。加算器142と遅延回路143は第1の一次積分器を構成し、加算器145と遅延回路146は第2の1次積分器を構成する。量子化器147の出力は遅延回路148を通り、乗算器149で量子化単位Lを乗算され、加算器141および加算器144に入力する。加算器141に入力された乗算器149の出力はシグマデルタ変調器の入力値Fから減算され、加算器142で遅延回路143の出力と加算され、加算器144及び遅延回路143に入力する。加算器144に入力した加算器142の出力は乗算器149の出力を減算され、加算器145で遅延回路146の出力と加算され、遅延回路146及び量子化器147に入力する。図 5 の構成で出力Yと入力値Fの関係は、 $Y = F/L + (1 - z^{-1})^2 Q$ となり、図4と同様の特性を示す。

## 【 0 0 6 5 】

図 6 は図 4 のシグマデルタ変調器を 2 段用いたシグマデルタ変調器の構成を示す。図 6 において、200は第1の2次シグマデルタ変調器、220は第2の2次シグマデルタ変調器、230は2次微分回路である。第1の2次シグマデルタ変調器200は、2次積分器201、量子化器202、フィードバック回路203、乗算器207、加算器208から構成され、フィードバック回路203は遅延回路204、2倍回路205、加算器206から構成される。第2の2次シグマデルタ変調器220は、2次積分器221、量子化器222、フィードバック回路223、乗算器227、加算器228から構成され、フィードバック回路223は遅延回路224、2倍回路225、加算器226から構成される。第1の2次シグマデルタ変調器200及び第2の2次シグマデルタ変調器220は、図 5 (a)と同じ構成であり、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 6 6 】

図6に示す構成では、外部より入力した分数部データは第1の2次シグマデルタ変調器200に入力する。第1の2次シグマデルタ変調器200の量子化器202の出力は

遅延回路209に接続する。加算器210は第1の2次シグマデルタ変調器200の量子化器202の入力から出力を減算し、乗算器211に出力する。乗算器211は加算器210の出力に量子化単位Lを乗算し、第2の2次シグマデルタ変調器220の入力とする。第2の2次シグマデルタ変調器220の量子化器222の出力は2次微分回路230に入力する。2次微分回路230は遅延回路231、加算器232、遅延回路233、加算器234から構成される。遅延回路231と加算器232、遅延回路233と加算器234はそれぞれ1次の微分回路を構成する。2次微分回路230の入力は遅延回路231と加算器232に入力する。加算器232は2次微分回路230の入力から遅延回路231の出力を減算し、次段の遅延回路233及び加算器234に接続する。加算器234は前段の出力である加算器232の出力から遅延回路233の出力を減算して出力する。加算器240は遅延回路209の出力と2次微分回路230の出力を加算し、回路全体の出力とする。

## 【 0 0 6 7 】

以上のように構成されたシグマデルタ変調器について、以下、その動作を述べる。第1の2次シグマデルタ変調器200は、出力を $Y_1$ 、量子化器202で加わる量子化誤差を $Q_1$ とすると、 $z$ 変換では、 $Y_1 = z^{-1}F/L + (1-z^{-1})^2Q_1$ で示される。第2の2次シグマデルタ変調器220は、入力を $F_2$ 、出力を $Y_2$ 、量子化器222で加わる量子化誤差を $Q_2$ とすると、 $Y_2 = z^{-1}F_2/L + (1-z^{-1})^2Q_2$ で示される。ここで、 $F_2 = -LQ_1$ なので、 $Y_2 = -z^{-1}Q_1 + (1-z^{-1})^2Q_2$ である。また、2次微分回路230は $(1-z^{-1})^2$ であるので、2次微分回路の出力 $Y_3$ は、 $Y_3 = (1-z^{-1})^2Y_2 = -z^{-1}(1-z^{-1})^2Q_1 + (1-z^{-1})^4Q_2$ となる。従って加算器240の出力 $Y_4$ は、 $Y_4 = z^{-1}Y_1 + Y_3 = -z^{-2}F/L + (1-z^{-1})^4Q_2$ となる。これは4次のシグマデルタ変調器として動作することを意味する。

## 【 0 0 6 8 】

前述したように、 $|1-z^{-1}|$ に対する周波数特性は、 $|2\sin(\pi f/f_s)|$ で示される。ここで、 $f_s$ はクロックの周波数である。従って、図6の4次のシグマデルタ変調器では量子化雑音 $Q$ に $|2\sin(\pi f/f_s)|^4$ の周波数特性が乗算されることになる。従って、先述の2次のシグマデルタ変調器における量子化雑音 $Q$ の係数に比べて、低い周波数領域での量子化雑音の抑圧度がさらに大きくなる。

## 【 0 0 6 9 】

なお、一般的には、1以上の $n, m$ について、第1の $n$ 次シグマデルタ変調器と第2

の $m$ 次シグマデルタ変調器を組み合わせるとき、第2の $m$ 次シグマデルタ変調器の出力に $n$ 次微分回路を設け、第1の $n$ 次シグマデルタ変調器の出力の遅延を合わせることで、全体として $(n+m)$ 次のシグマデルタ変調器とすることができる。3つ以上のくみあわせについても同様にできることは明らかである。

## 【 0 0 7 0 】

図7は5次のシグマデルタ変調器の構成例を示す。図7において、251、252、253、254、255は1次積分器、258、259、260は加算器、256、257、261、262、263、264、265は係数器、267は量子化器、268は乗算器である。

## 【 0 0 7 1 】

量子化器267は加算器266の出力を量子化し、量子化器268で量子化単位 $L$ を乗算した値を加算器258に出力する。加算器258はシグマデルタ変調器の入力値から量子化器267の出力を減算する。1次積分器251は加算器258の出力を1次積分する。加算器259は1次積分器251の出力と係数器256の出力を加算する。1次積分器252は加算器259の出力を1次積分する。1次積分器252の出力は1次積分器253で1次積分され、係数器256で係数を乗算される。加算器260は1次積分器253の出力と係数器257の出力を加算する。1次積分器254は加算器260の出力を1次積分する。

1次積分器254の出力は1次積分器255で1次積分され、係数器257で係数を乗算される。1次積分器251、1次積分器252、1次積分器253、1次積分器254、1次積分器255の出力はそれぞれ係数器261、係数器262、係数器263、係数器264、係数器265で係数を乗算されて、加算器266で加算され、量子化器267に入力される。この構成によれば、各係数器の係数を任意に設定することにより、シグマデルタ変調の周波数特性を任意に変化させることができる。

## 【 0 0 7 2 】

図8にシグマデルタ変調器の次数に対する量子化雑音の周波数特性例を示す。横軸は図8に示すように、次数が高くなるにつれて、低周波数域の量子化雑音レベルが低減される。即ち、入力値よりも粗いビット数の出力でも、低周波数域では量子化雑音の増加を抑えた出力を得ることができる。また、クロック周波数を高くすることで、改善度を上げることができる。

## 【 0 0 7 3 】

## (実施の形態 2)

図9は本発明による送信回路装置の別の実施形態を示す。図9は図1の送信回路装置の周波数変調器と振幅変調器の間を光ファイバで接続した場合に相当する構成である。図2～図7に示した内容は同様に適用できるので詳細な説明は省略する。図9において、301はデータ発生器、302は周波数変調器、303はシグマデルタ変調器、304、305はE/O変換器、306は合波器、307は分波器、308、309はO/E変換器、310は振幅変調器、311は帯域通過フィルタ、312はアンテナ、313は光ファイバである。周波数変調器302、シグマデルタ変調器303の出力はそれぞれE/O変換器304、305で光信号に変換される。E/O変換器304、305はレーザダイオードであり、それぞれ波長の異なる光を出力する。

## 【 0 0 7 4 】

データ発生器301から出力された周波数変調データは周波数変調器302で周波数変調されてE/O変換器304に inputs する。また、データ発生器301から出力された振幅変調データはシグマデルタ変調器303でシグマデルタ変調されてデジタル振幅データとなりE/O変換器305に inputs する。E/O変換器304及び305の出力は合波器306で合波され、光ファイバ313内を伝送し、分波器307により、波長ごとに分波され、それぞれO/E変換器308、309に inputs する。

## 【 0 0 7 5 】

O/E変換器308、309はフォトダイオードであり、それぞれに inputs した光信号を電気信号である周波数変調信号、デジタル振幅データに変換する。周波数変調信号は振幅変調器310でデジタル振幅データによって振幅変調され、帯域通過フィルタ311で不要な周波数成分を低減されて、アンテナ312から出力される。

## 【 0 0 7 6 】

以上の構成によれば、光信号の伝送部においては定包絡線の周波数変調信号とデジタル信号の伝送となる。そのため、E/O変換器からO/E変換器に至る光伝送部での歪特性に対する許容度を広くすることができる。また、振幅変調データをビット数の多いベースバンドデジタル信号のまま伝送するのではなく、シグマデルタ変調を行ってから伝送することにより、電気信号に戻した後の信号処理を最小限にすることができる。さらに、実施の形態1と同様に振幅変調器の消費電力は

小さくできるので、小型で低消費電力の光基地局システムを実現できる。

【 0 0 7 7 】

図10は図9の構成に対して、光信号の伝送方法が異なる構成を示す。図9と同一の個所には同一の番号を付して詳細な説明は省略する。図10において、321は合成器、322はE/O変換器、323はO/E変換器、324は分波器である。周波数変調器302の出力信号とシグマデルタ変調器303の出力信号であるデジタル振幅データは合成器321で合成されてE/O変換器322で光信号に変換される。変換された光信号は光ファイバ313を通して伝送され、O/E変換器323で電気信号に変換される。O/E変換器323の出力は分波器324で周波数変調信号とデジタル振幅データに分離される。周波数変調信号は振幅変調器310でデジタル振幅データによって振幅変調され、帯域通過フィルタ311で不要な周波数成分を低減されて、アンテナ312から出力される。

【 0 0 7 8 】

この構成によれば、O/E変換器及びE/O変換器が1つで実現できる。また、周波数変調信号とデジタル振幅データは周波数が大きく異なるので、分波器324は簡易なフィルタで実現できる。

【 0 0 7 9 】

このように本実施の形態によれば、周波数変調器で周波数変調された搬送波を出力し、シグマデルタ変調器で振幅変調データをシグマデルタ変調し、振幅変調器で周波数変調された搬送波をシグマデルタ変調された信号で振幅変調して出力することにより、低消費電力で線形性のよい送信回路装置を実現することができる。

【 0 0 8 0 】

【発明の効果】

以上説明したところから明らかなように本発明は、線形性がよく、送信出力電力効率が高く、消費電力の小さな送信回路装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の構成図

【図 2】

(a) 本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の振幅変調器の構成図

(b) 本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の振幅変調器の上記とは異なった構成図

(c) 本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の振幅変調器の上記とは異なった構成図

(d) 本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の振幅変調器の上記とは異なった構成図

【図 3】

(a) 本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の周波数変調器の構成図

(b) 本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の周波数変調器の上記とは異なった構成図

【図 4】

(a) 本発明の実施の形態 1 における送信回路装置のシグマデルタ変調器の構成図

(b) 本発明の実施の形態 1 におけるシグマデルタ変調器で用いられる 2 次積分器の構成図

【図 5】

本発明の実施の形態 1 における送信回路装置のシグマデルタ変調器の別の構成図

【図 6】

本発明の実施の形態 1 における送信回路装置の、図 4 のシグマデルタ変調器を 2 段用いたシグマデルタ変調器の構成図

【図 7】

本発明の一実施の形態 1 における送信回路装置の、5 次のシグマデルタ変調器の構成図。

【図 8】

シグマデルタ変調器の次数に対する量子化雑音の周波数特性例を示すシグマデルタ変調器の周波数特性図



【図 9】

本発明の実施の形態 2 における送信回路装置の構成図

【図 1 0】

本発明の実施の形態 2 における送信回路装置の別の構成図

【図 1 1】

従来の送信回路装置の構成図

【図 1 2】

従来の送信回路装置の構成図

【符号の説明】

- 1、3 0 2 周波数変調器
- 2 3 1 0 振幅変調器
- 3、3 5、3 0 3 シグマデルタ変調器
- 4、3 1 1、4 0 4 帯域通過フィルタ
- 5、3 0 1 データ発生器
- 2 1 増幅器
- 2 2 電源制御器
- 2 3 振幅変調器
- 2 5 デュアルゲートFET
- 3 1 電圧制御発振器
- 3 2 可変分周器
- 3 3 位相比較器
- 3 4 ループフィルタ
- 3 6 ミキサ
- 3 7 局発振器
- 3 8 IF変調器
- 4 1、2 0 1、2 2 1 2 次積分器
- 4 2、1 4 7、2 0 2、2 2 2、2 6 7 量子化器
- 4 3、2 0 3、2 2 3 フィードバック回路
- 4 7、1 4 9、2 0 7、2 1 1、2 2 7、2 6 8 乗算器

46、48、51、53、141、142、144、145、206、208  
、210、226、228、232、234、240、258、259、260  
、266 加算器

44、52、54、143、146、148、204、209、224、23  
1、233 遅延回路

45、205、225 2倍回路

200 第1の2次シグマデルタ変調器

220 第2の2次シグマデルタ変調器

230 2次微分回路

256、257、261、262、263、264、265 係数器

304、305、322、423 E/O変換器

306 合波器

307 分波器

308、309、323、424 O/E変換器

312 420 アンテナ

313、425 光ファイバ

421 親局

422 子局

405 IQ信号発生器

406 局部発振器

407 移相器

408、409 ミキサ

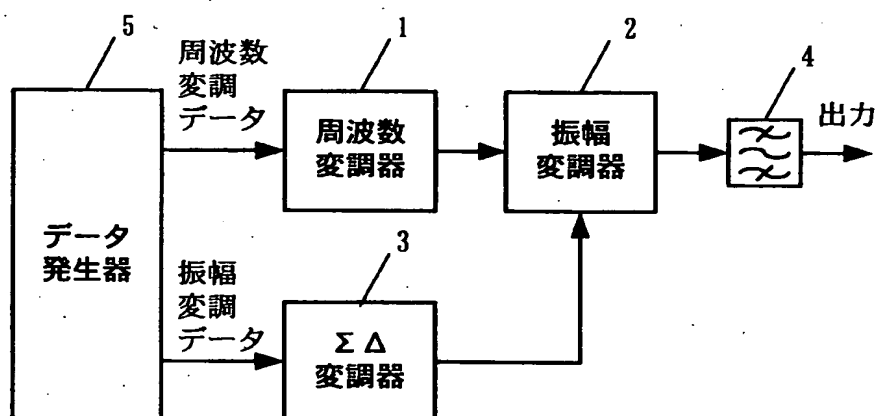
410 合成器

411 電力増幅器

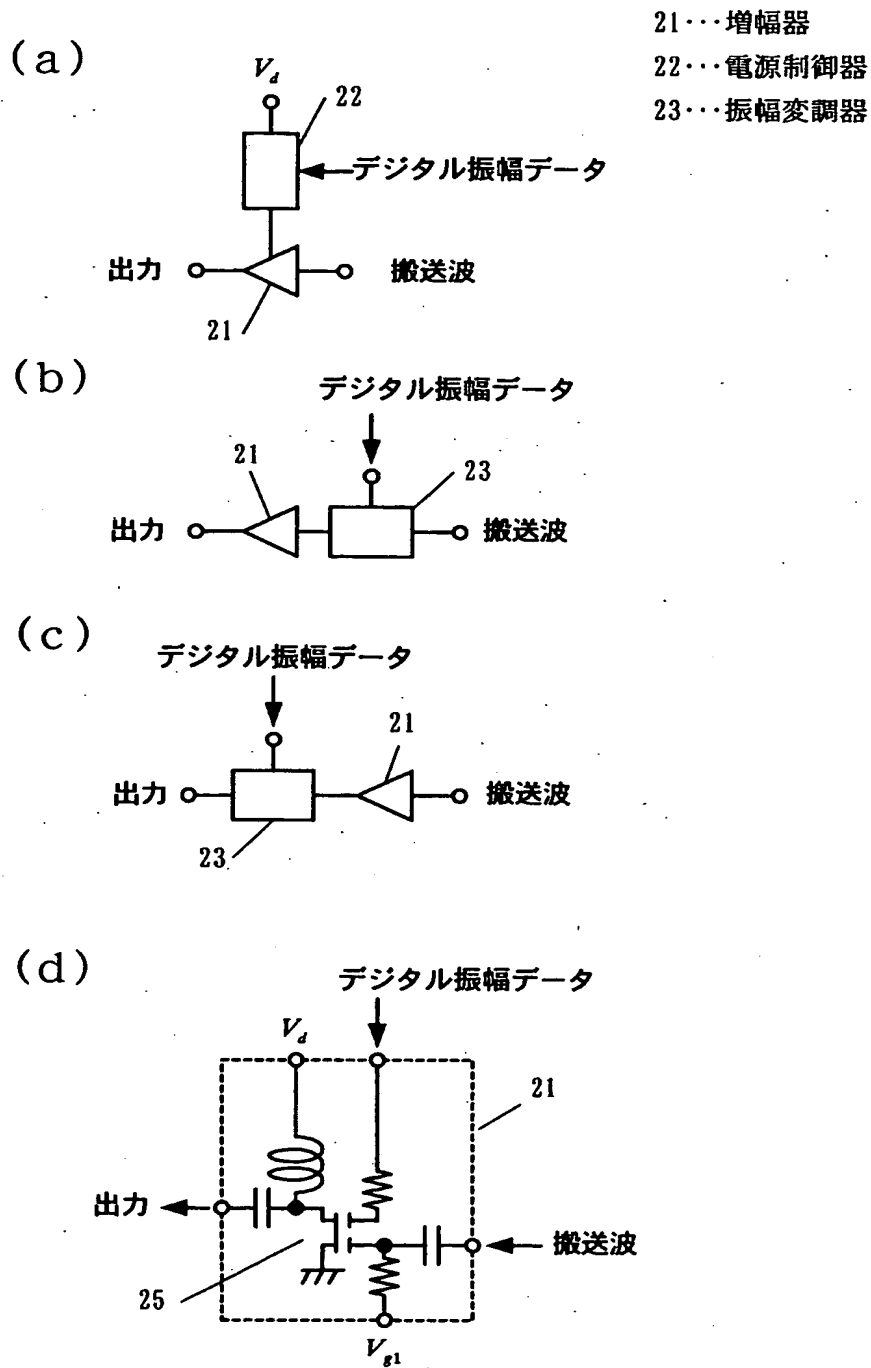
【書類名】 図面

【図 1】

4...帯域通過フィルタ



【図 2】



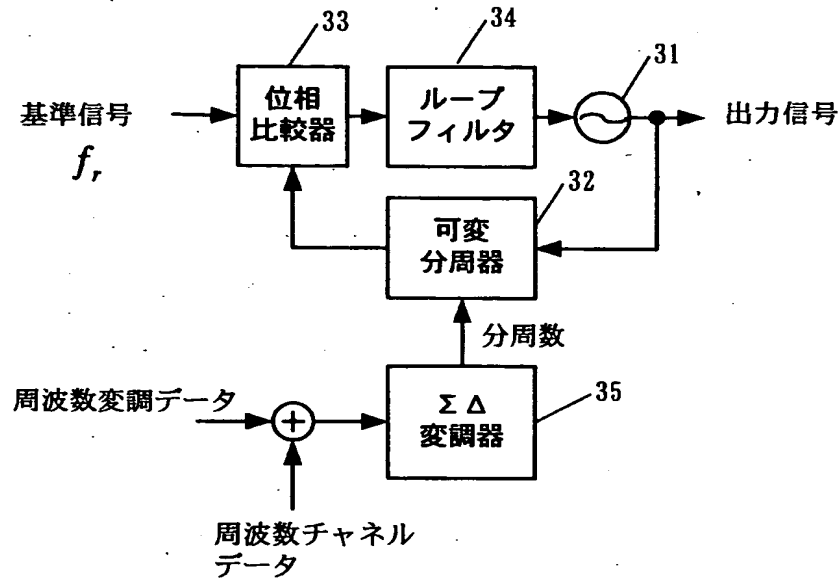
【図 3】

31...電圧制御発振器

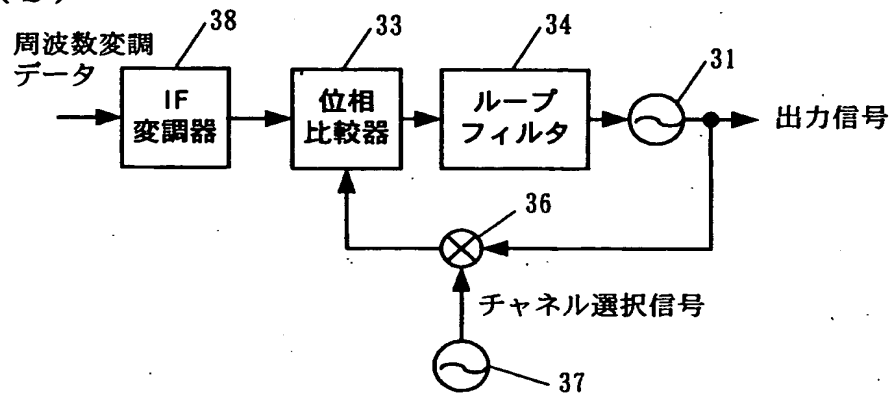
36...ミキサ

37...局部発振器

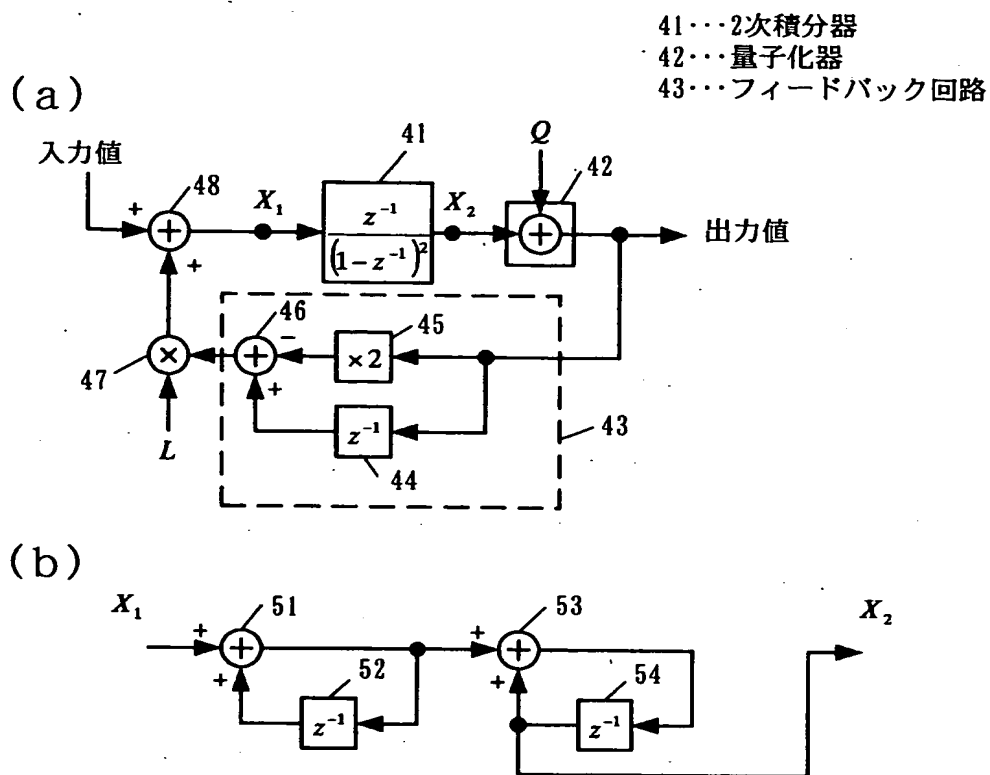
(a)



(b)



【図4】



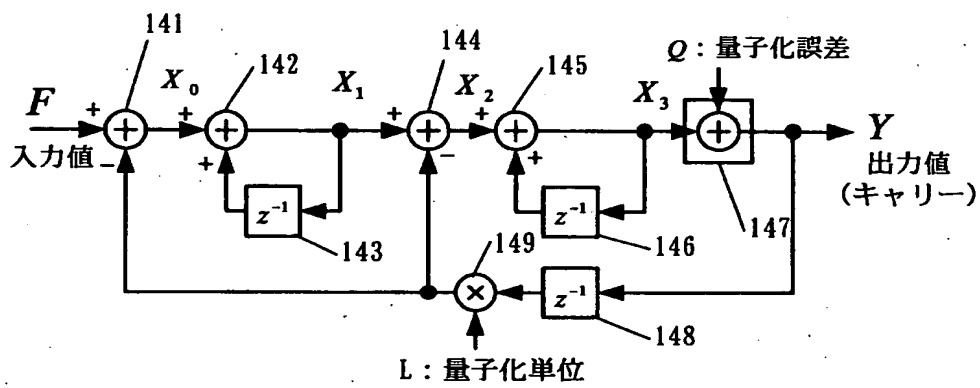
【図 5】

141, 142, 144, 145...加算器

143, 146, 148...遅延器

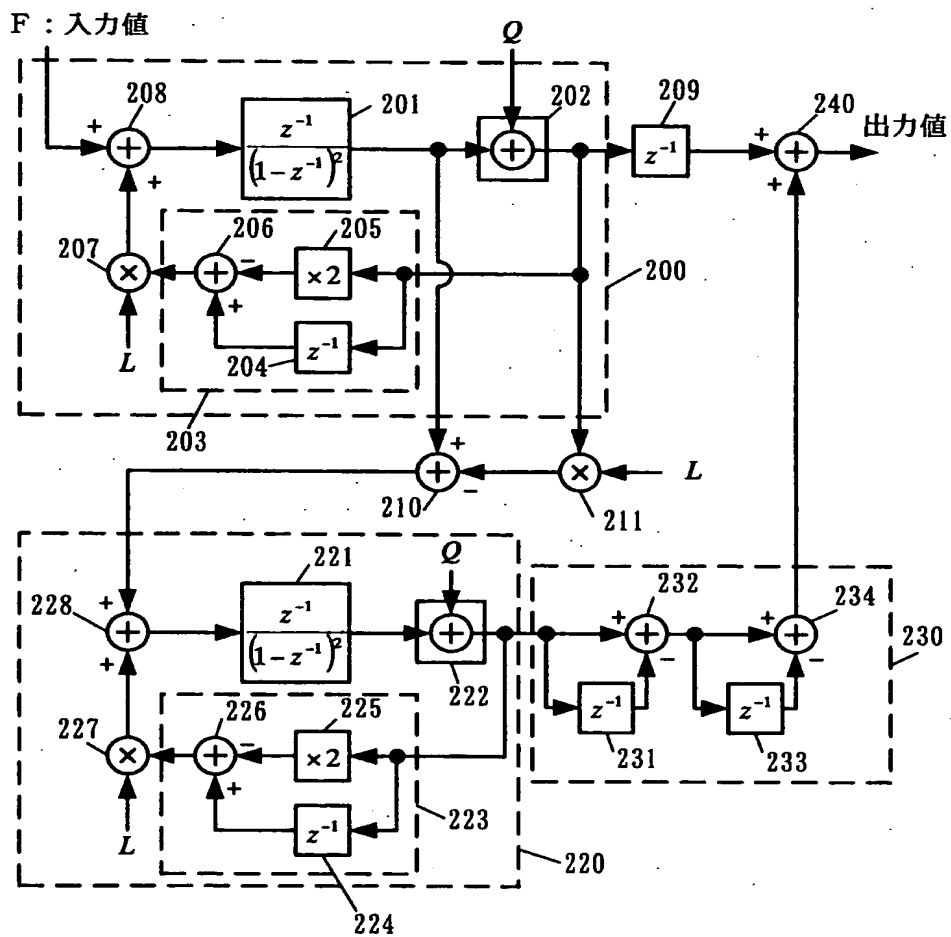
147...量子化器

149...乗算器



【図 6】

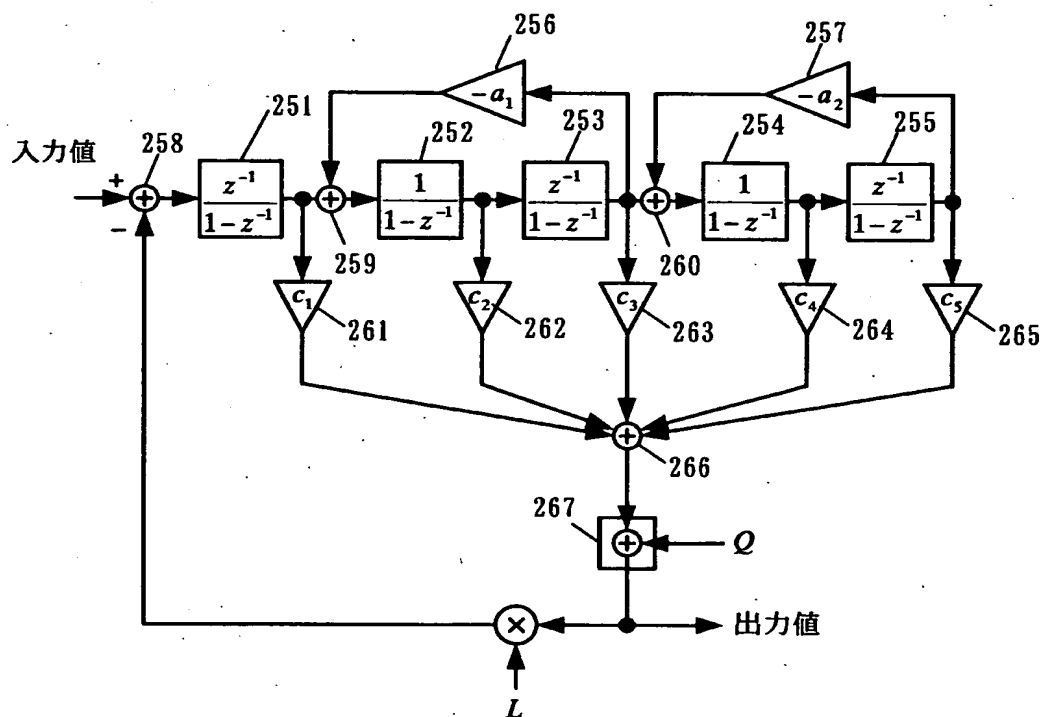
- 200…第1の2次シグマデルタ変調器
- 201…2次積分器
- 202…量子化器
- 203…フィードバック回路
- 220…第2の2次シグマデルタ変調器
- 221…2次積分器
- 222…量子化器
- 223…フィードバック回路
- 230…2次微分回路



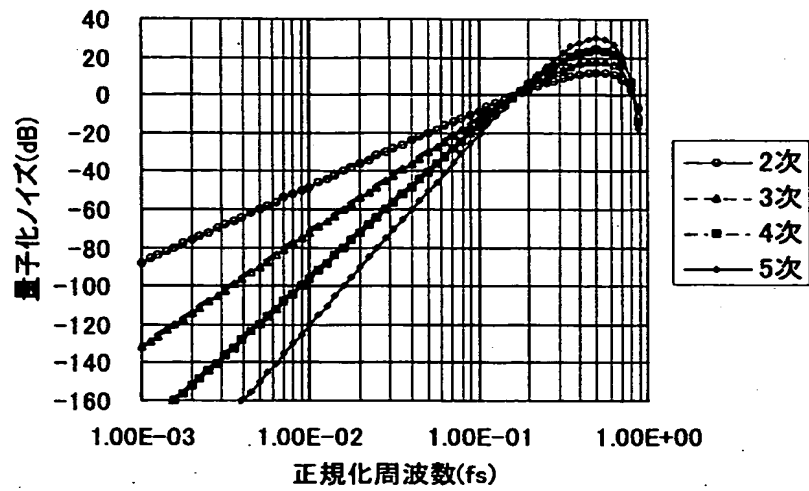


【図 7】

251, 252, 253, 254, 255...1次積分器  
 256, 257, 261, 262, 263, 264, 265...係数器  
 267...量子化器

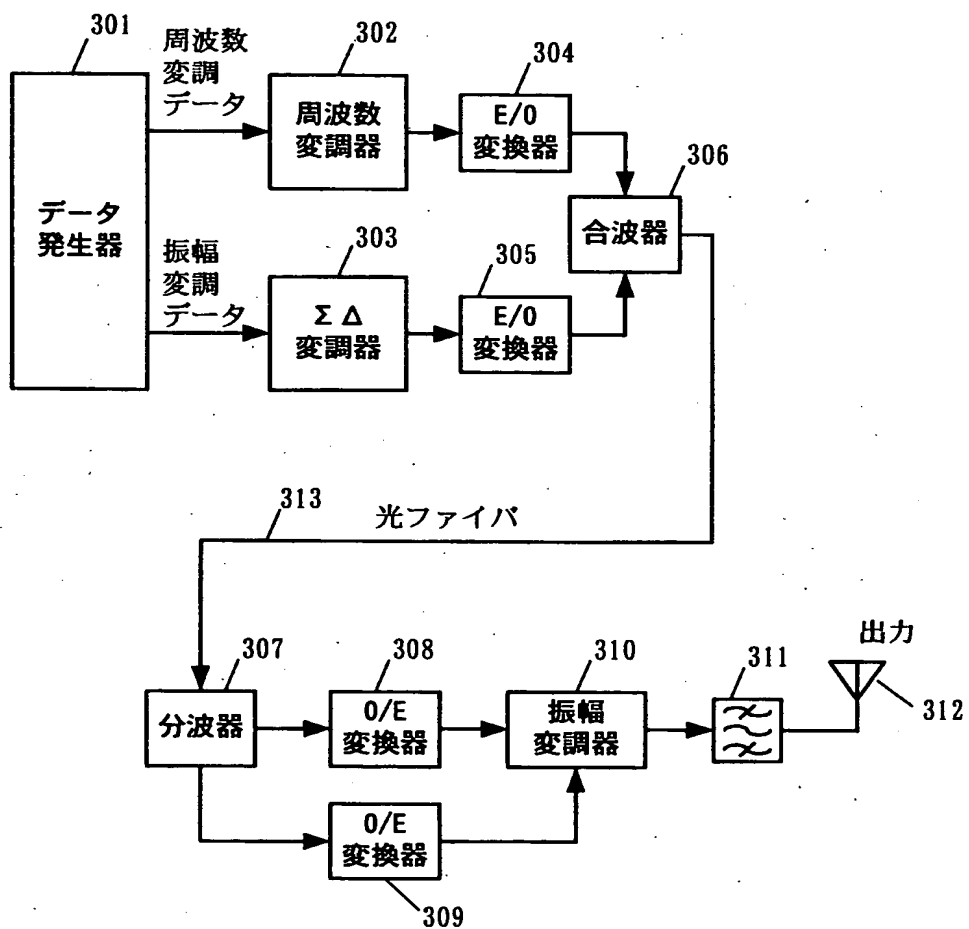


【図 8】



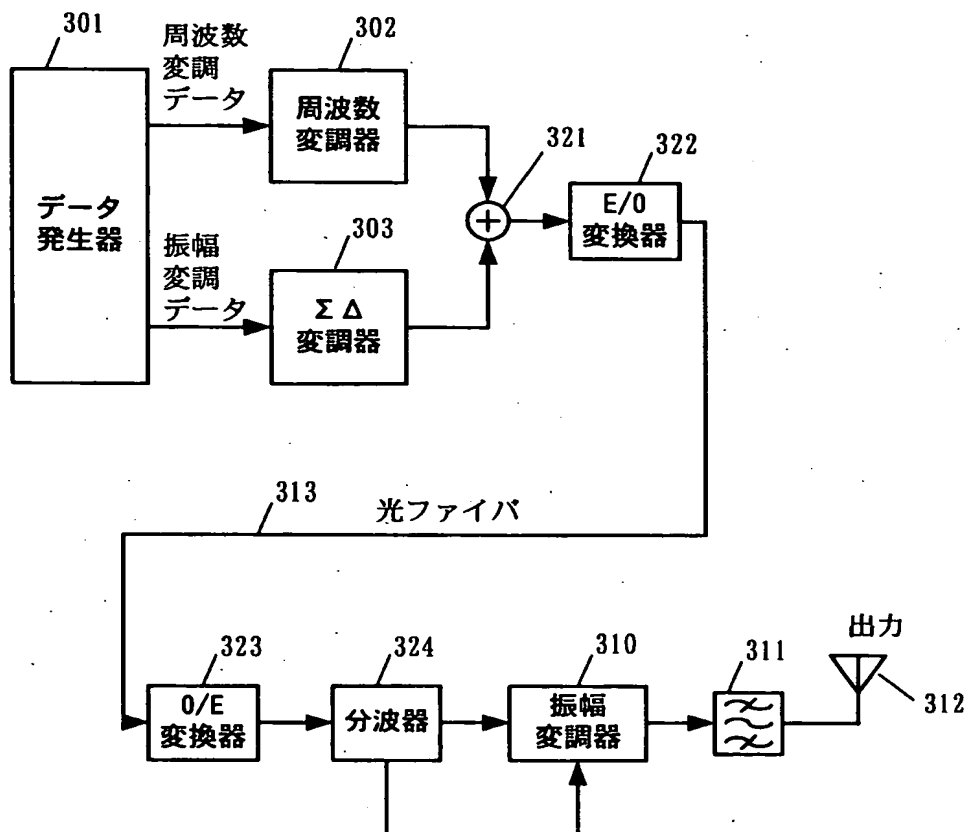
【図 9】

311・・・帯域通過フィルタ



【図 10】

311…帯域通過フィルタ

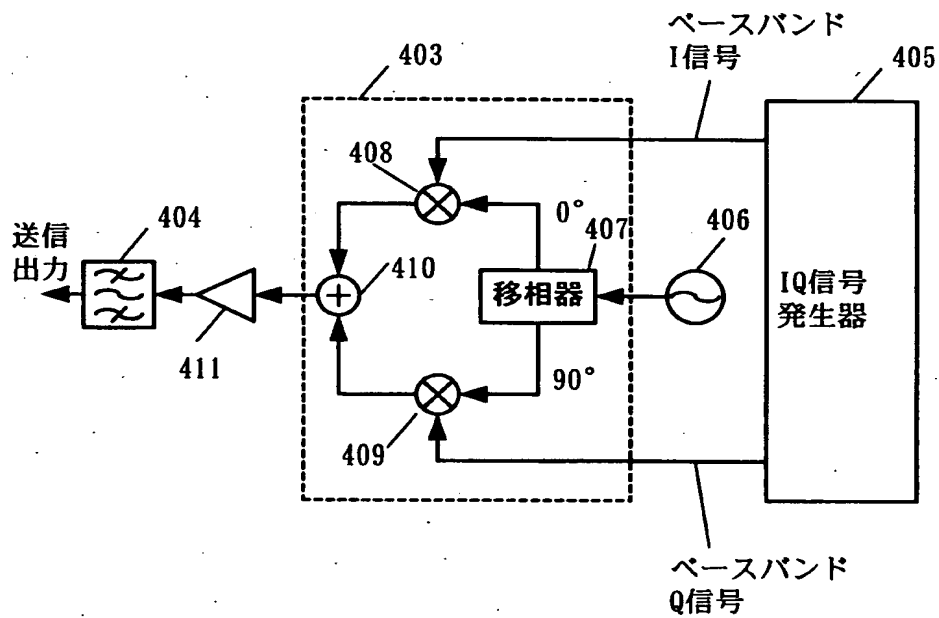


【図 11】

403…直交変調器

408、409…ミキサ

411…電力増幅器



【図 1 2】

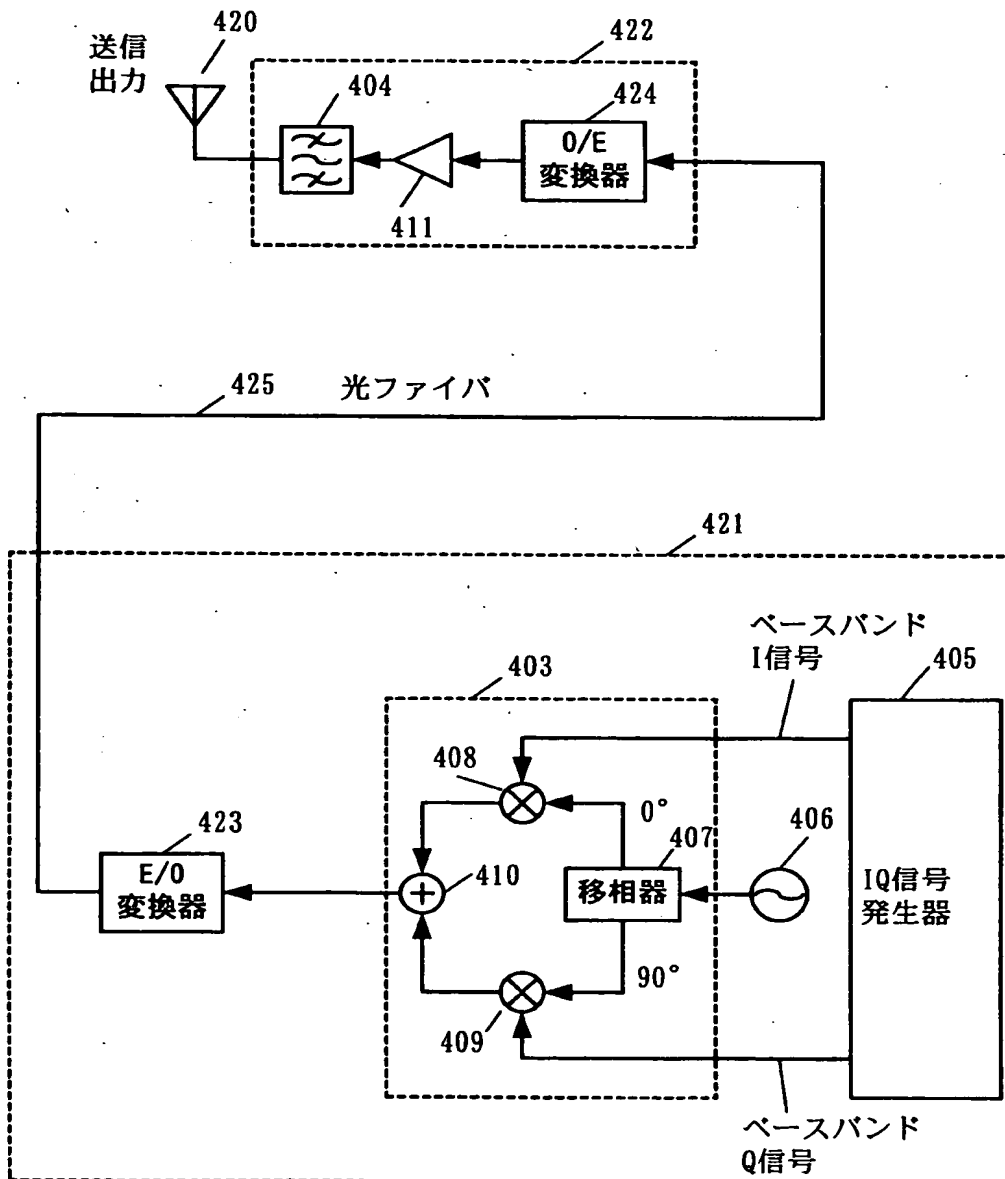
403…直交変調器

408、409…ミキサ

411…電力増幅器

421…親局

422…子局



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 QPSK等の変調方式を用いるデジタル無線通信用の、線形性のよい低消費電力の送信回路装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 周波数変調器 1 はベクトル変調の周波数変調成分で搬送波信号を周波数変調する。高次のシグマデルタ変調器 3 はベクトル変調の振幅変調成分をシグマデルタ変調する。振幅変調器 2 はシグマデルタ変調された振幅成分で周波数変調器 1 の出力信号を振幅変調する。振幅変調器 2 の出力は帯域通過フィルタで不要な周波数成分を低減されて出力される。振幅変調器は飽和に近い状態で使用可能で、アナログ特性に依存する構成要素が少ないため、高効率で低消費電流が可能で、かつ、線形性の確保が容易となる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社